

ETAT DE L'ART **DANS LE DOMAINE DES PONTS DE TRÈS GRANDE PORTÉE**

JM. CREMER

Le travail consisterait à réaliser un état de l'art pour les ponts de très grande portée (1500 m) avec l'esprit d'un ingénieur civil des constructions.

Plusieurs points de vue devront être pris en considération:

- L'utilisation
 - ponts route
 - ponts rail
 - ponts route+rail
- le type de ponts
 - ponts suspendus
 - ponts haubanés
 - ponts suspendus + haubanés
 - ponts à travées multiples
- leur tablier
 - caisson métallique, en béton, mixte
 - structure en treillis
 - à simple ou double niveau
- leur comportement
 - statique
 - dynamique
- le type de sollicitations
 - le vent
 - le séisme
 - les charges roulantes

Une fois le travail entrepris, il faudrait entreprendre une comparaison critique et en déterminer les tendances, les grandeurs caractéristiques de ce type de pont en fonction de la portée, de la surface de l'ouvrage,...

Cette compilation d'ouvrages devrait être accompagnée de réflexions sur la statique en fonction du genre d'ouvrages en réfléchissant tant aux critères de stabilité, qu'à leur comportement à la fatigue, à des sollicitations dynamiques,...

SIMULATION DE LA RUINE DU TERMINAL 2^E DE ROISSY

V. de Ville, Y. Duchêne

Le 24 mai 2004, soit moins d'un an après sa mise en service, une partie du terminal 2^E de l'aéroport de Roissy s'est effondrée causant la mort de 4 personnes.

Cet accident a fait l'objet de plusieurs commissions d'expertise. Une de ces commissions a réuni pendant plus de 3 ans des ingénieurs et des avocats dans le cadre d'une expertise contradictoire.

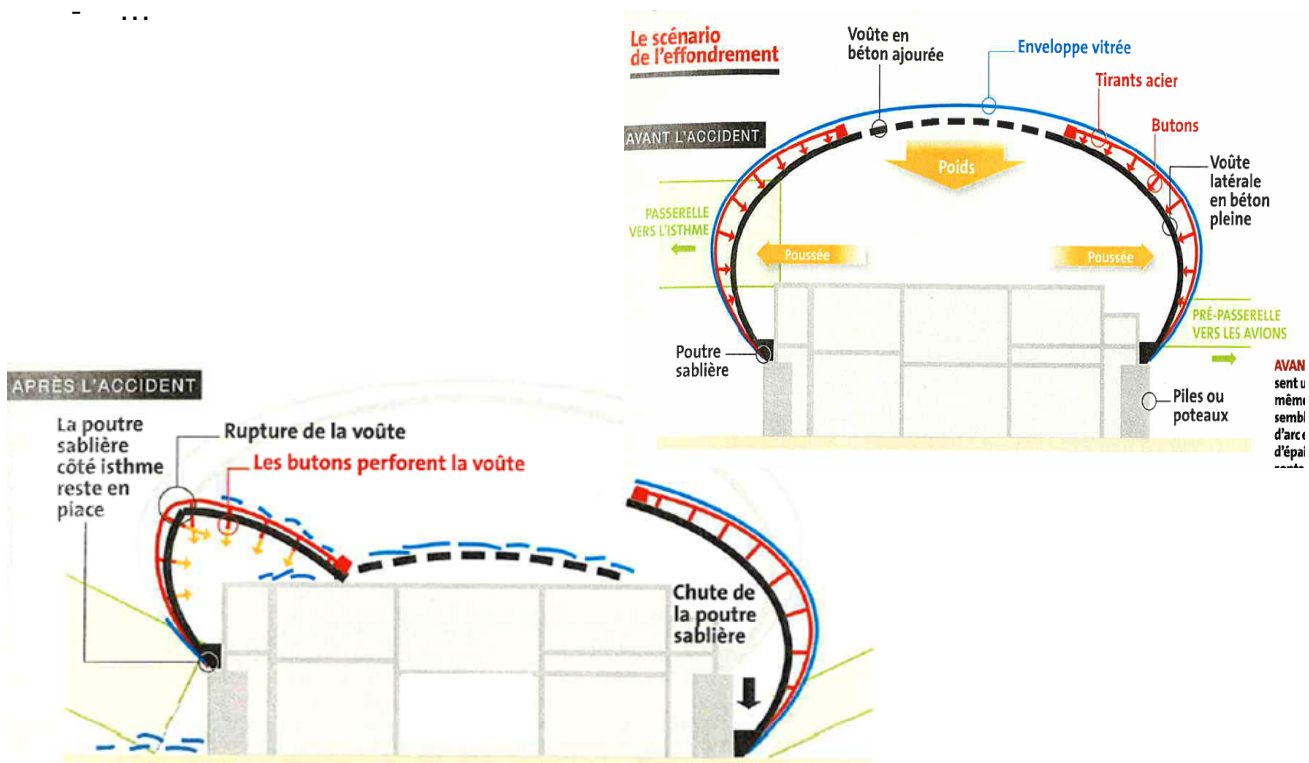
Le collège d'experts vient d'écrire son rapport et considère que l'origine de l'effondrement est le poinçonnement de la coque en béton par un des butons. Les efforts n'ont pu se redistribuer dans le reste de la structure; il en est résulté l'effondrement de la coque sur une trentaine de mètres, de longueur.

Le bureau Greisch a participé activement à l'expertise, pour le compte d'un constructeur métallique français, et a réalisée une étude très détaillée de la structure. Pour des raisons évidentes d'efficacité, l'ensemble des calculs a été mené dans le domaine statique. Des calculs non linéaires avec prise en compte de la fissuration du béton ont été entrepris sur des parties limitées de la structure.

Le travail de fin d'étude consisterait à repartir des résultats pour voir s'il est possible de modéliser le comportement à partir du premier poinçonnement de la coque et ainsi de "prédire" la façon dont la coque s'est effondrée: localisation dans l'espace et dans le temps des charnières.

Les pistes à explorer seraient:

- l'utilisation d'un calcul dynamique
- un modèle intégrant plusieurs éléments de coques
- ...



ETUDE AU VENT TURBULENT D'UNE TOITURE DE GRANDE SURFACE

V. de Ville, V. Denoël

Pour un certain nombre de structures, le vent est une sollicitation majeure. L'Eurocode EN 1991 1-4 définit les efforts à considérer pour des structures de dimensions "classiques":

- pour des ouvrages d'art: longueur inférieure à 150-200 m
- pour des immeubles: hauteur inférieure à 100-150 m
- pour des toitures: longueur caractéristique inférieure à 100-150 m.

Dans ces limites, le calcul peut être réalisé en chargeant la structure par des efforts statiquement équivalents définis par la norme.

En dehors de ces limites, il est demandé de faire appel à des essais en soufflerie pour définir les sollicitations. Celles-ci ont une distribution spatiale et temporelle. Les pressions ont une distribution qui est:

- variable sur la longueur de la structure
- variable au cours du temps.

Les essais en soufflerie permettent de définir ces distributions spatiale et temporelle.

Pour le viaduc de Millau, un module de calcul a été développé pour prendre en compte ces caractéristiques du vent. A partir des coefficients aérodynamiques du tablier et les caractéristiques de turbulence du vent, il est possible de calculer les efforts internes du vent en prenant en compte la réponse dynamique de l'ouvrage. Ce module de calcul peut être utilisé pour toute structure "linéaire": un pont, un immeuble de grande hauteur.

Dans le cas d'une toiture de grande surface, la couverture d'une gare, la toiture d'un stade, la problématique est la même avec la difficulté qu'il faut prendre en compte le fait que les pressions agissent cette fois sur une surface et non plus sur une "ligne".

Il est proposé de développer un module de calcul au vent turbulent pour ce type de structure. L'approche théorique de ce type de calcul est aujourd'hui maîtrisée.

Le travail consistera à écrire un programme, soit sous matlab, soit dans le logiciel FINELG. L'aboutissement du travail consistera à étudier le comportement du nouveau Stade de Lille pour lequel on disposera des mesures effectuées en soufflerie. Il sera alors possible de confronter les nouveaux résultats avec ceux obtenus avec un dimensionnement classique.

ANALYSE CRITIQUE ET COMPARATIVE D'UN OUVRAGE HISTORIQUE: LE PONT MATIVA

J-M Crémer, J.-M Bleus

Le pont Mativa à Liège est souvent aussi appelé le pont Hennebique, du nom de son auteur. Il est exceptionnel par l'élanement de son tablier, d'autant plus si l'on se rappelle qu'il a été construit en 1905.

Ce petit pont, réalisé tout en finesse et en légèreté, relie les deux rives de la Dérivation, entre le quai Mativa et le parc de la Boverie. Il n'est plus fréquenté que par quelques rares piétons. Il s'agit d'un legs de l'Exposition universelle de Liège de 1905. Il permettait aux visiteurs de transiter du quartier des Palais, installé dans le parc de la Boverie, à la plaine des Venues transformée en quartier des Halls et des Jardins.

La construction de cet ouvrage fut décidée en 1904, après que le comité organisateur de l'Exposition eut persuadé le conseil communal de la nécessité de construire un pont définitif à cet endroit. Il prévoyait ainsi le développement futur du quartier des Venues. L'ouvrage, achevé en 1905, fut érigé par la société anonyme des Fondations, pour un coût total de 100000 francs, dont 60000 furent pris en charge par la Ville. Cette société utilisa le procédé de compression mécanique du sol.

La passerelle Mativa est un pont en béton armé du système de l'ingénieur français Hennebique. Elle mesure une dizaine de mètres de large.

Le travail consistera à réaliser une étude comparative et critique de la structure sur base des archives de l'époque (notes de calcul) et des règles de calcul à notre disposition aujourd'hui. Les aspects statiques, dynamiques et les effets au cours du temps seront pris en considération.



La sécurité d'une structure isostatique lors de son lancement.

J-M Crémer

Les études d'un ouvrage d'art doivent couvrir son comportement, aussi bien, en service que lors de sa construction. Vérifier sa stabilité en construction nécessite souvent beaucoup plus de vérifications. A titre d'exemple, pour le viaduc de Millau, 90 % des études ont été consacrées pour vérifier la sécurité du tablier pendant les phases de construction.

Des sinistres en cours de construction ne sont pas rares:

- la structure est sur des appuis provisoires
- les coefficients de sécurité peuvent être réduits
- les paramètres sur un chantier de génie civil sont multiples et le facteur humain ne peut être négligé
- ...

Le lancement d'un tablier de pont sur des appuis multiples est "assez facilement" maîtrisable. Le schéma statique hyperstatique confère à la structure une stabilité certaine.

Par contre

- le lancement d'un tablier dont le schéma statique est isostatique
 - la construction par encorbellement d'un tablier
- pose davantage de questions quant aux coefficients de pondération à prendre en compte, quant aux sollicitations à considérer.

Quels coefficients de pondération faut-il prendre pour:

- le poids mort
- le contrepoids éventuel
- ...

Faut-il prendre une sécurité sur le bras de levier du contrepoids ? Comment ?

Le travail consistera

- à faire le point sur la réglementation en vigueur aujourd'hui
- à consulter la littérature scientifique sur le sujet
- à étudier et discuter le cas concret d'un lancement d'un tel tablier (par exemple, le lancement du tablier du Pont de la Grande Ravine à l'Île de la Réunion)

EFFETS INDUITS PAR LA SEQUENCE DE SOUDAGE SUR LA DEFORMEE D'UN TABLIER METALLIQUE

V. de Ville, Fr. Bachy

Toute structure fabriquée sur chantier ou en atelier présente une déformée initiale:

- une structure en béton peut avoir une déformée initiale suite à la déformation du coffrage et surtout sous les effets différés du retrait et du fluage
- une poutrelle laminée a une déformée initiale caractéristique de 1/1000
- le soudage de tôles crée une déformée initiale dont la forme et l'amplitude dépendent de la séquence de soudage adoptée.

Les constructeurs métalliques doivent être particulièrement attentifs

- à la séquence de soudage qu'ils mettent en place
 - à la géométrie des tôles qu'ils vont souder
- pour qu'en final, les éléments assemblés respectent au mieux la géométrie définie sur plans.

Pour souder des raidisseurs sur une tôle et obtenir une tôle raidie plane, le constructeur doit donner à sa tôle une "contre-déformée".

Si l'on soude les différentes tôles d'un caisson sur un "établi" parfaitement plan, le caisson final présentera une déformée d'ensemble si la séquence de soudage n'a pas été étudiée soigneusement.

Déposer un cordon de soudure, consiste à déposer du métal en fusion. Lorsque ce cordon va se refroidir, il fait apparaître des contraintes dans les éléments assemblés et donc des déformations.

Le travail consistera

- faire le point sur les différentes techniques de soudage
- à modéliser et étudier des séquences de soudage pour tenter de prédire les déformations résiduelles
- de définir des séquences appropriées pour maîtriser la géométrie finale dans le cadre du soudage de tôles d'un tablier de pont.